



*Landesverbandstag VDV Niedersachsen  
26.10.2019, Braunschweig*

Michael Scholz



Wissen für Morgen



# Inhalt

1. Das DLR im Überblick
2. Motivation
3. Testfeld Niedersachsen
  - Erfassungstechnik
  - Kommunikationstechnik
  - Kartendaten
  - Weitere Bausteine
4. Kartendaten im Detail: Die HD-Map mit Live-Demo



# Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.

Institut für Verkehrssystemtechnik



Wissen für Morgen





# Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.



## Forschungseinrichtungen

- Luftfahrt
  - Raumfahrt
  - Energie
  - Verkehr
  - Digitalisierung
  - Sicherheit
- 26 Standorte
  - 49 Institute
  - Etwa 8700 Mitarbeiter
  - Viele Studenten

Raumfahrtagentur  
Projektträger





# Institut für Verkehrssystemtechnik

## Eckdaten

- In Berlin und Braunschweig
- Insgesamt etwa 200 Mitarbeiter

## Forschungsfelder

- Automotive
- Bahnsysteme
- Verkehrsmanagement
- Intermobilität und ÖPNV

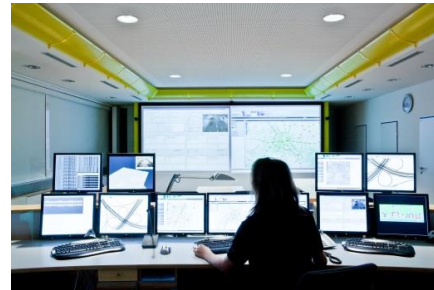
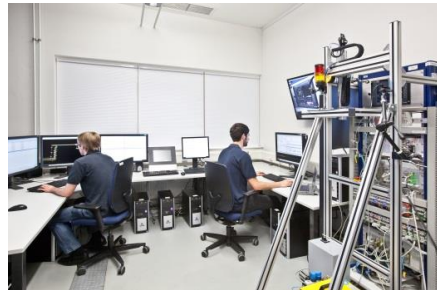
## Aufgabenbereiche

- Grundlagenforschung
- Konzeption und Strategieentwicklung
- Prototypenentwicklung

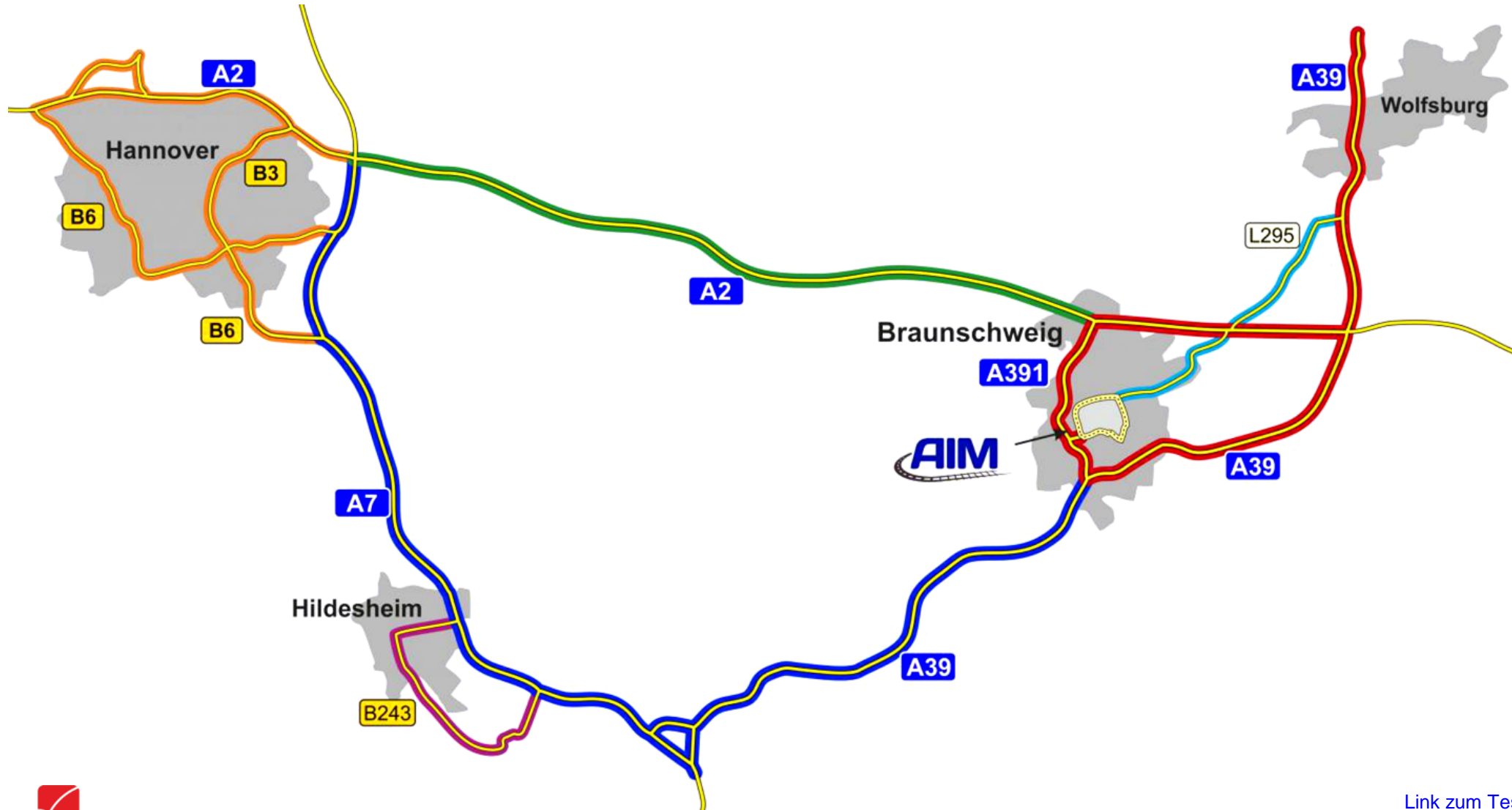




# Unsere Verkehrsforschungsinfrastruktur ...



## ... und das Testfeld Niedersachsen





# Motivation



Wissen für Morgen



# Motivation – zukünftige Mobilität

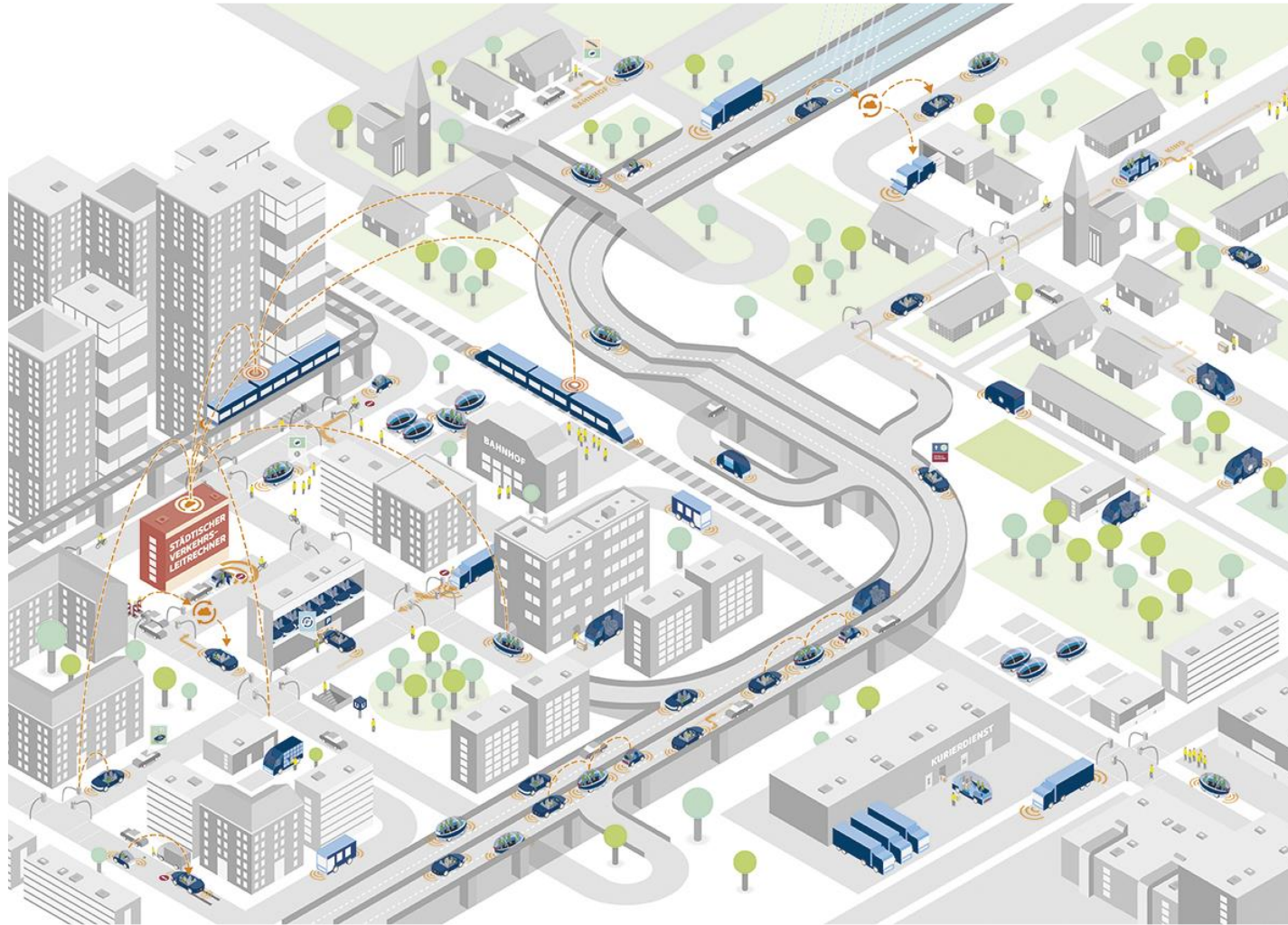


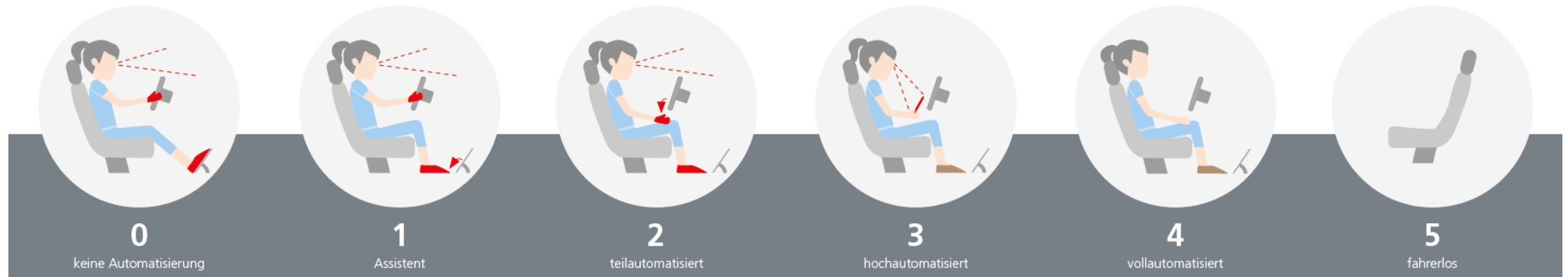
Abbildung: acatech

- systemisch gedacht
- bedarfs- und nutzergerecht
- multi- bzw. intermodal
- koordiniert | kooperativ
- vernetzt
- automatisiert | smart
- verfügbar | robust
- sicher
- serviceorientiert
- bezahlbar
- nachhaltig



# Motivation – Vernetzung | Automatisierung | Kooperation

## Stufen der Automatisierung





# Motivation – Vernetzung | Automatisierung | Kooperation

Wie fängt man ein automatisiertes Auto?



(Quelle: Spiegel online, 2017)



# Motivation – Vernetzung | Automatisierung | Kooperation

## Stufen der Kooperation

- Stufe a – keine Kooperation
- Stufe b – Bereitstellung funktionspezifischer Daten/Information → Wahrnehmbarkeit ermöglichen  
*(d.h. Umgang des Empfängers mit Daten/Informationen bleibt offen; ggf. erfolgt Nutzung ohne explizites Feedback an Sender)*
- Stufe c – Stufe b + Integration in Lagebild eines Empfängers und Feedback an Sender
- Stufe d – Stufe c + kooperativer Aufbau von Lagebild mit Ziel eines gemeinsamen Lagebildes  
*(ggf. inklusive gemeinsamer Interpretation bzw. Prüfung der Plausibilität)*
- Stufe e – Stufe d + kooperatives Planen bei fester Zielstruktur
- Stufe e\* – Stufe d + kooperatives Planen bei beweglicher Zielstruktur



Arbeitsergebnis und Diskussionsvorschlag: AG Vernetztes Fahren des Runden Tisches des BMVI (2017)



# Motivation – Vernetzung | Automatisierung | Kooperation

Veränderungen von Verkehrsräumen greifbar/möglich

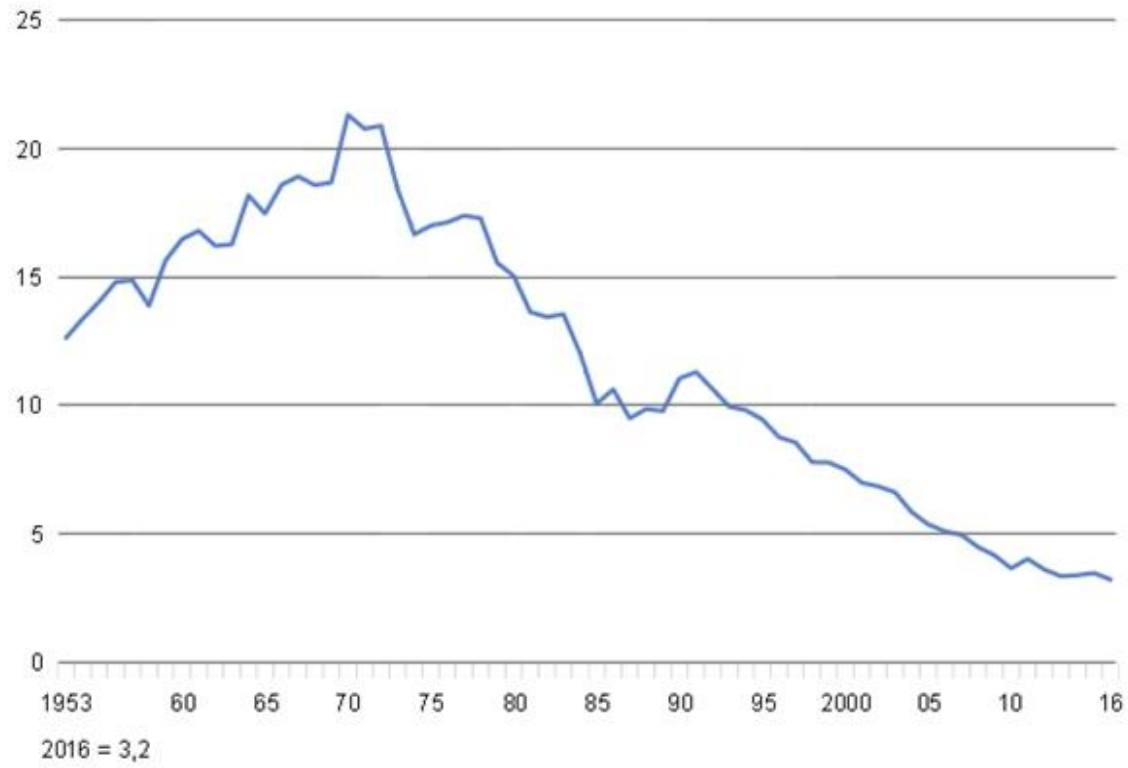




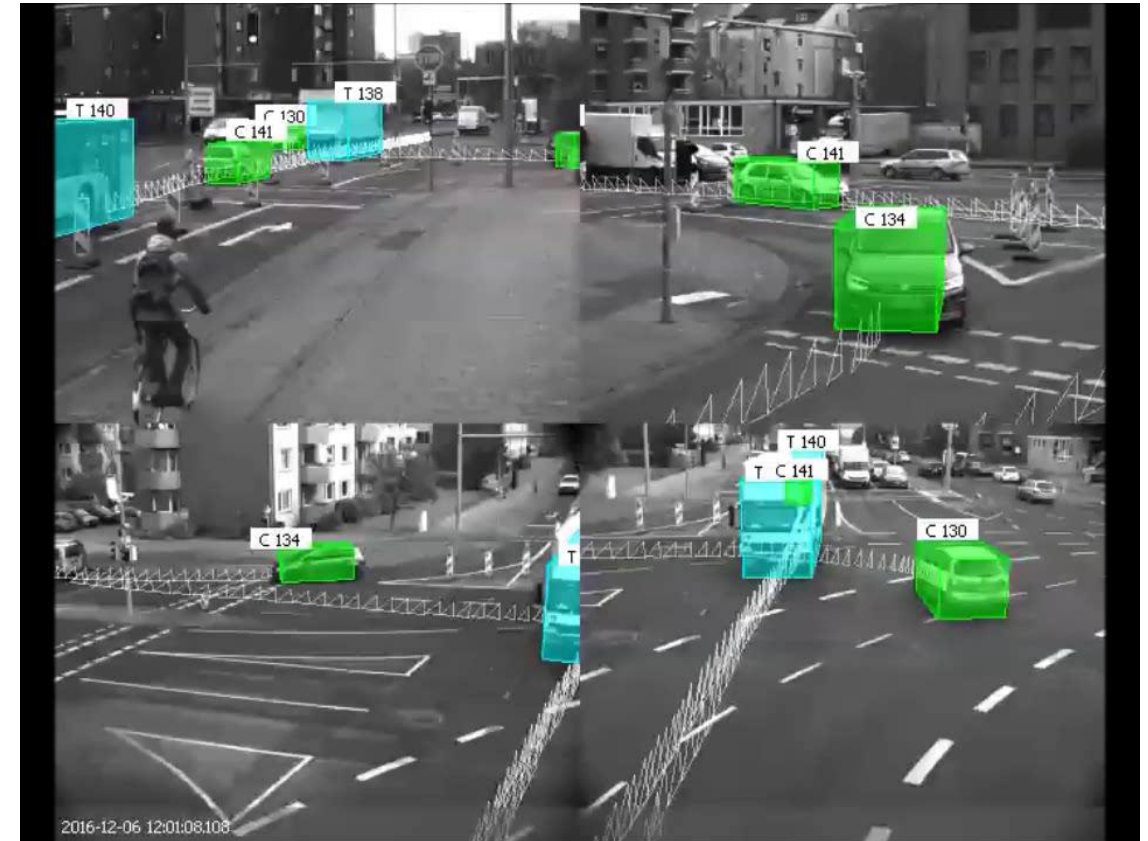
# Motivation – Reduzierung kritischer Verkehrssituationen

## Entwicklung der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten

Tsd.



Anzahl der im Straßenverkehr Getöteten – vgl. Statistisches Bundesamt (2017)



# Testfeld Niedersachsen



Wissen für Morgen



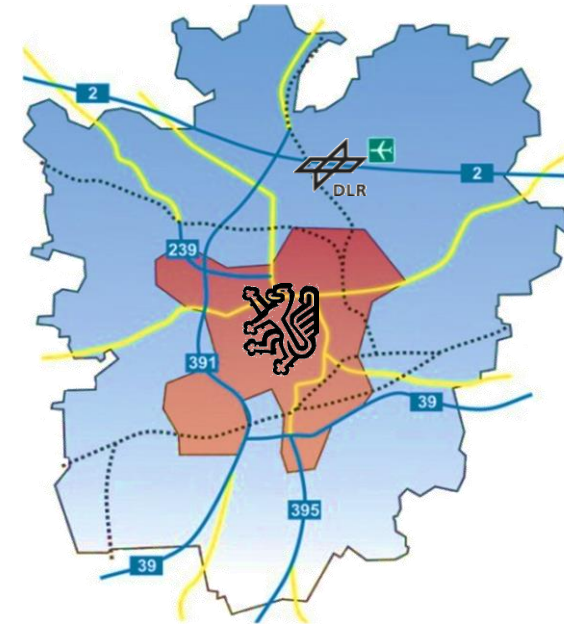


# Anwendungsplattform Intelligente Mobilität & Testfeld Niedersachsen

- Eine Stadt als Plattform für anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich intelligenter Mobilitätsdienste



- Wesentliches Strukturierungsmerkmal sind mehr als 20 Dienste



langfristige Partnerschaft:



**Niedersächsisches Ministerium  
für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr**



**Niedersächsisches Ministerium  
für Wissenschaft und Kultur**

Daten/Karten, Modelle und Szenarien →  
Simulation

Verkehrsflussdaten der Region BS – virtuell

Modular and Scalable Mock-IT for ITS Components

**Prüfstände und Fahrsimulatoren**

Teststrecken  
Referenzstrecke

Testfelder und Feldtests –  
insbesondere Testinfrastruktur

Hochpräzise Ortung im Stadtgebiet BS

## Virtuelle Verkehrsmanagementzentrale

## Fahrzeugflotte

## Fahrzeugflotte

Verkehrsmanagementplattform / Verkehrsdatenplattform

## Fahrleistungsdatenbank

## NDS-Plattform

Einb

Mobi

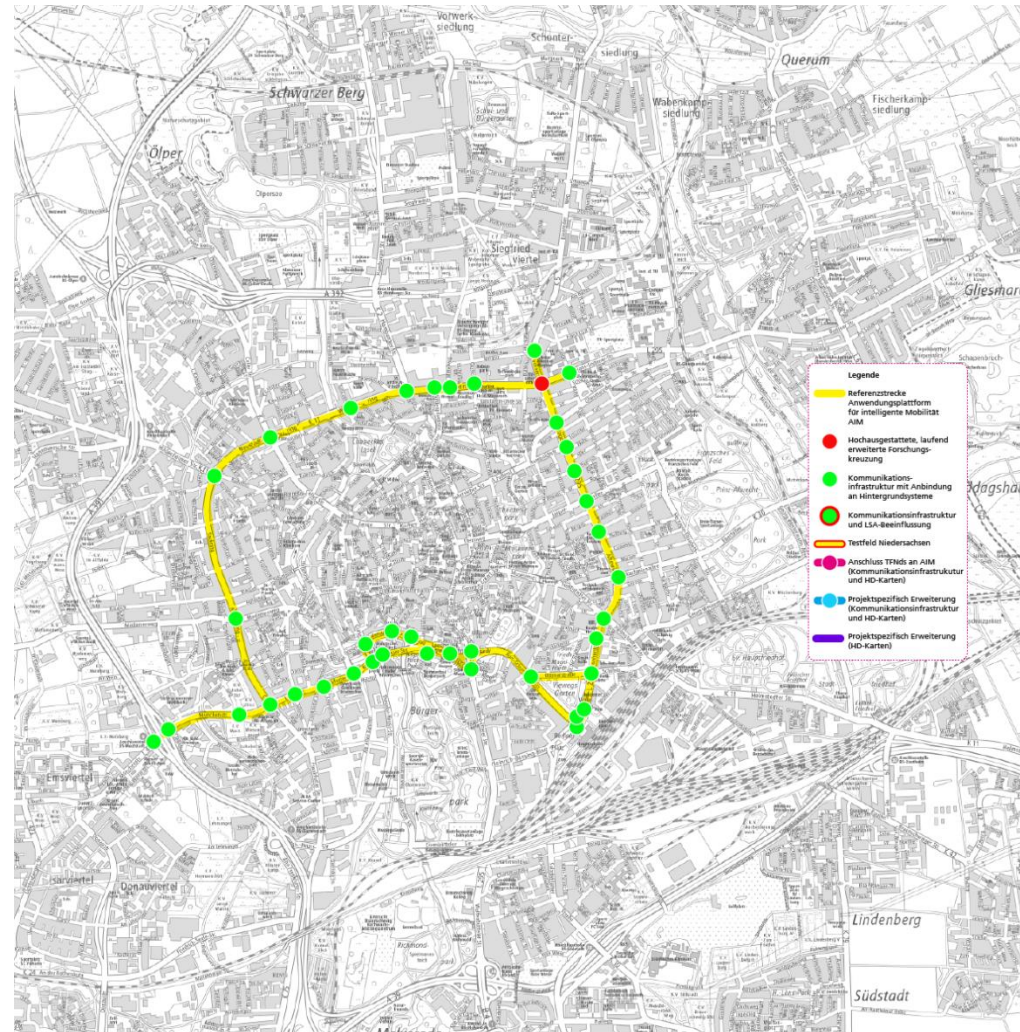
**Anbindung an Verkehrsmanagement  
und Dienste-Plattformen**





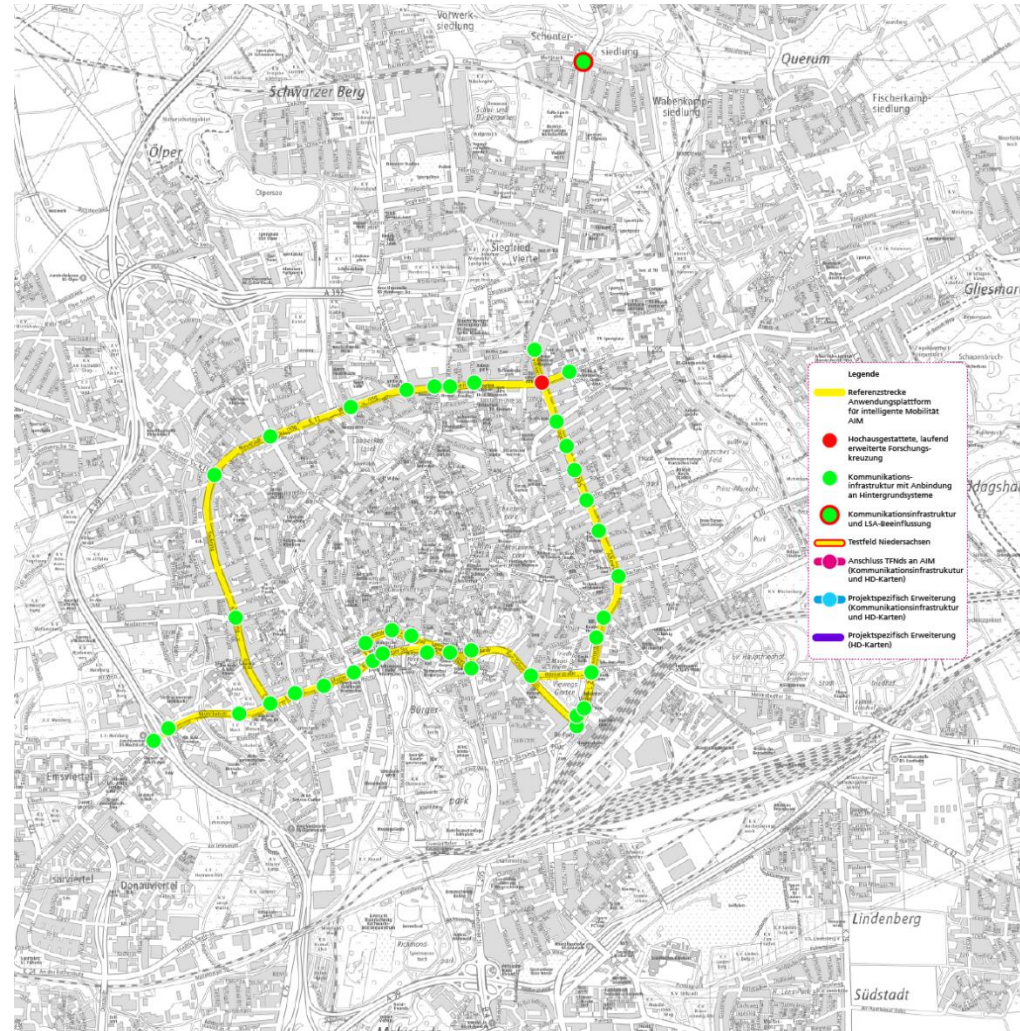
# Anwendungsplattform Intelligente Mobilität & Testfeld Niedersachsen

- Initialer Aufbau – voll nutzbar ab 2014



# Anwendungsplattform Intelligente Mobilität & Testfeld Niedersachsen

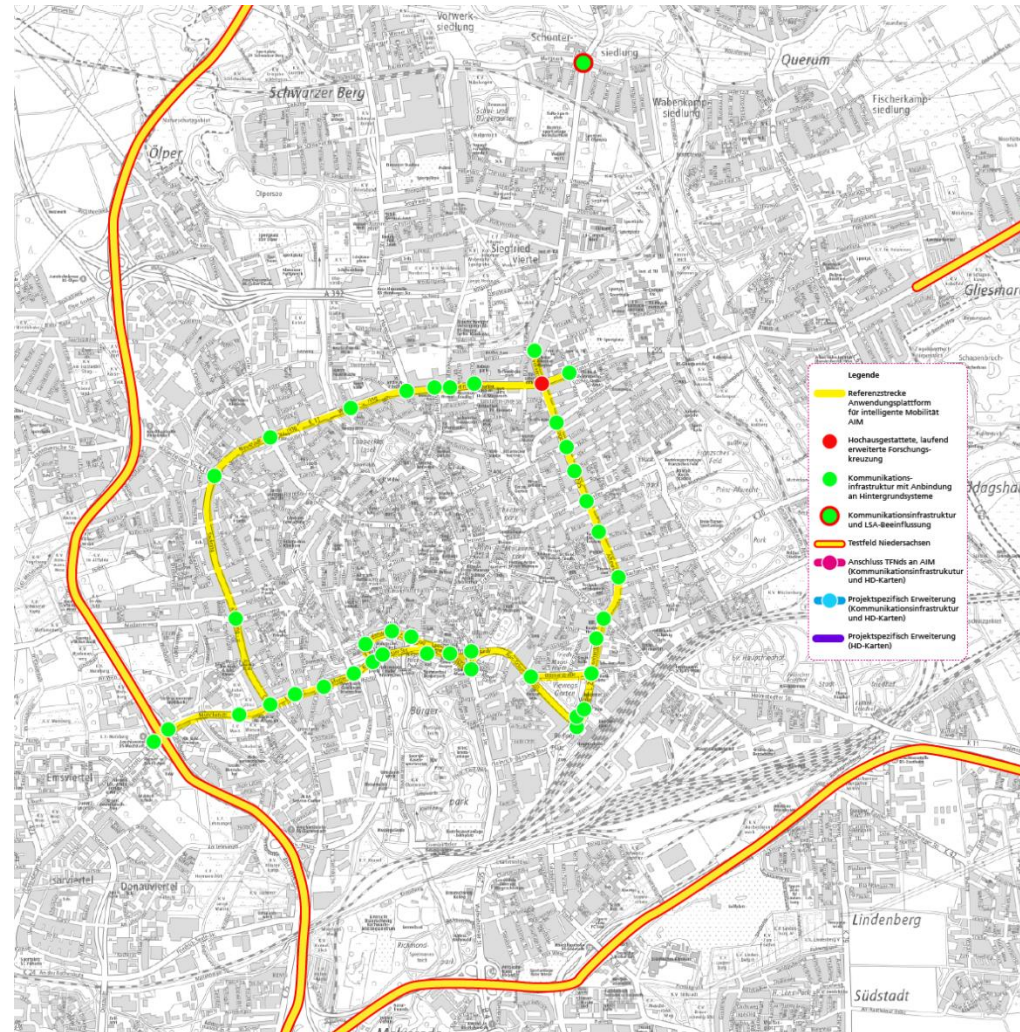
- Erste projektbezogene Erweiterungen in 2015/2016





# Anwendungsplattform Intelligente Mobilität & Testfeld Niedersachsen

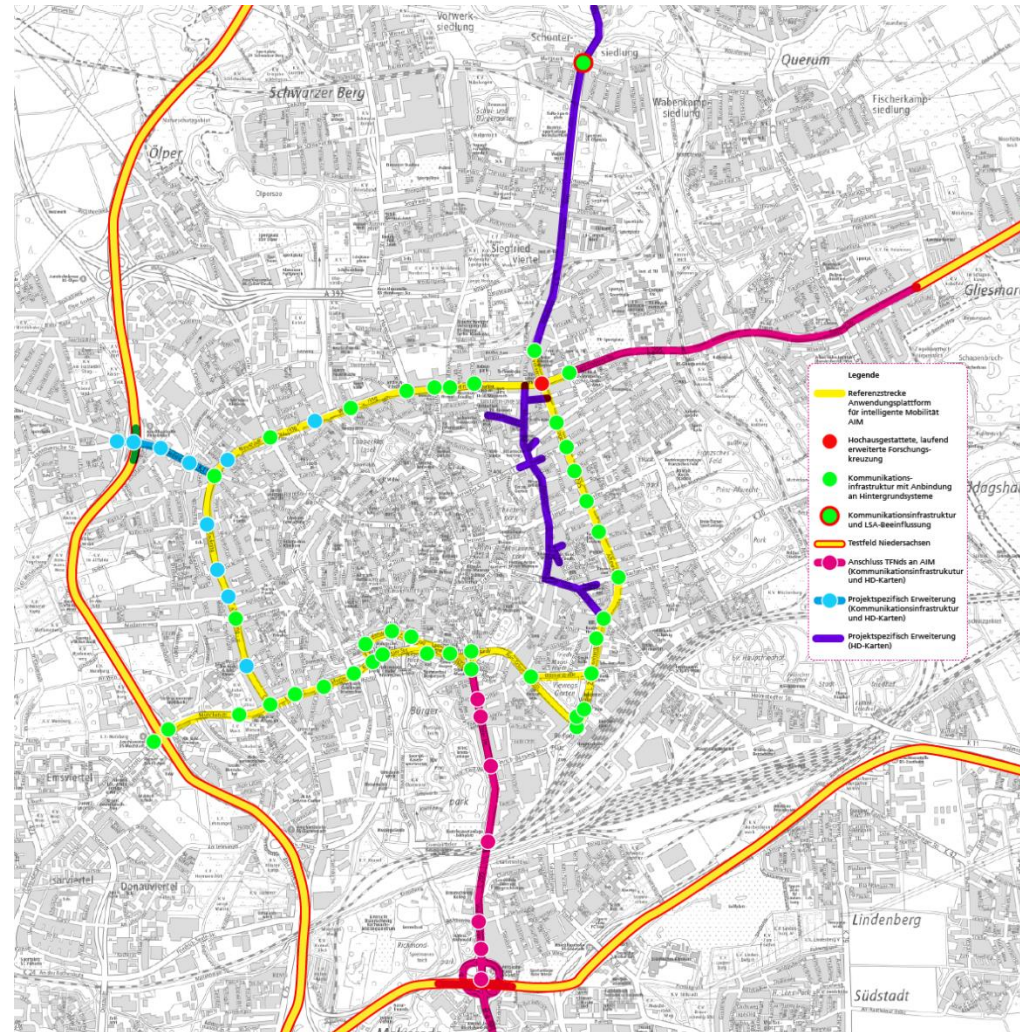
- Startpunkt für Testfeld Niedersachsen in 2017/2018 – AIM ist integraler Bestandteil





# Anwendungsplattform Intelligente Mobilität & Testfeld Niedersachsen

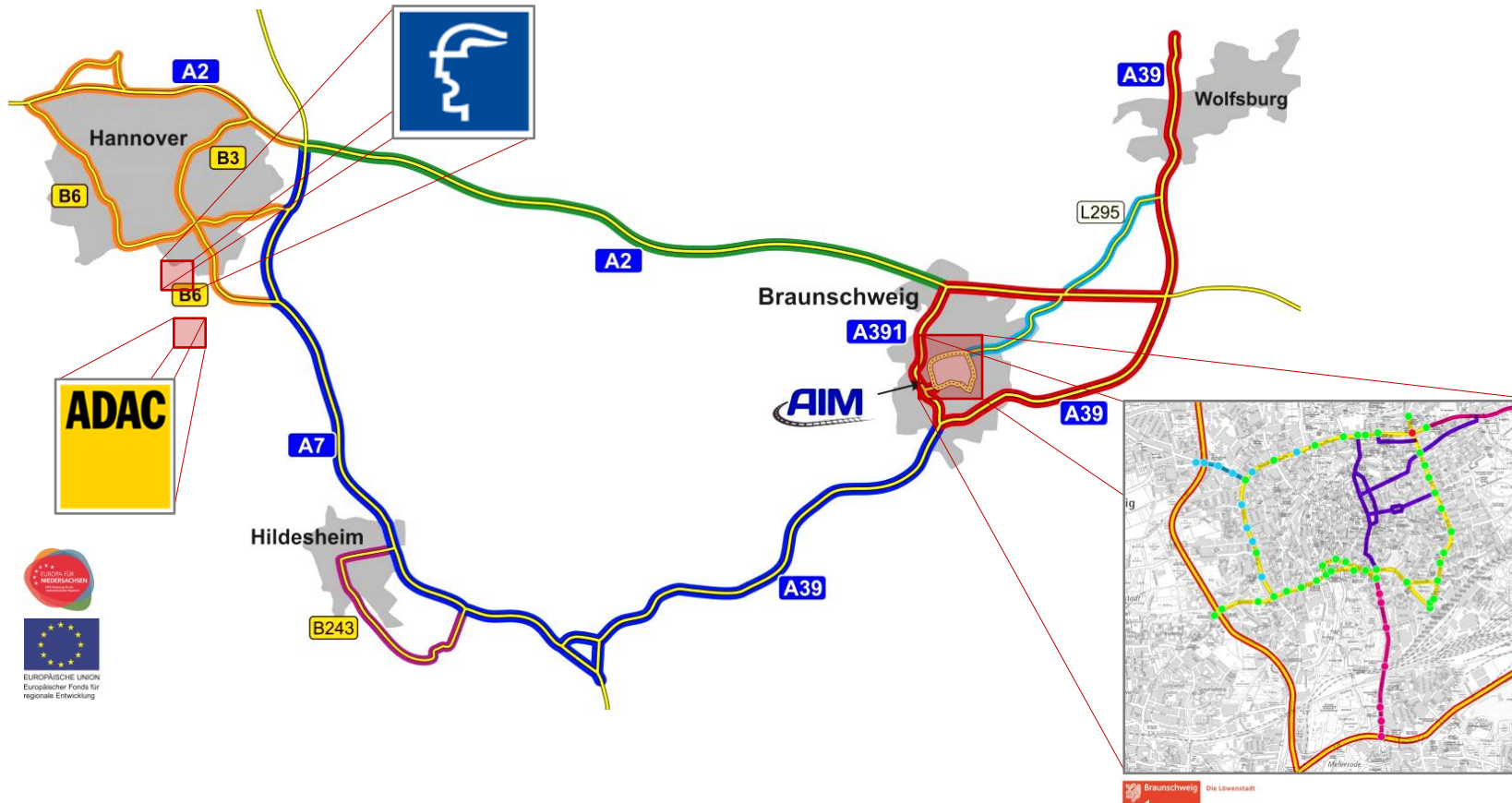
- Enge Verknüpfung von AIM und Testfeld Niedersachsen ab 2017 ...





# Anwendungsplattform Intelligente Mobilität & Testfeld Niedersachsen

- Etwa 280 km verschiedener Straßentypen mit Schwerpunkt auf Autobahnen



# Testfeld Niedersachsen

## Kernpartner





# Testfeld Niedersachsen – Dienste-Cluster / Bausteine



**Erfassungstechnik** – Fahrzeuge, weitere Objekte und Umwelt



**Kommunikationstechnik** – Car2X über Mobilfunk und WLAN



**Karten** – hochgenaue und aktuelle Karten



**Szenarien und Modelle** – Szenariobeschreibungen und ausgewählte Modelle bzw. Simulationen (z.B. Fahr- und Verkehrssimulationen)



**Schnittstellen**

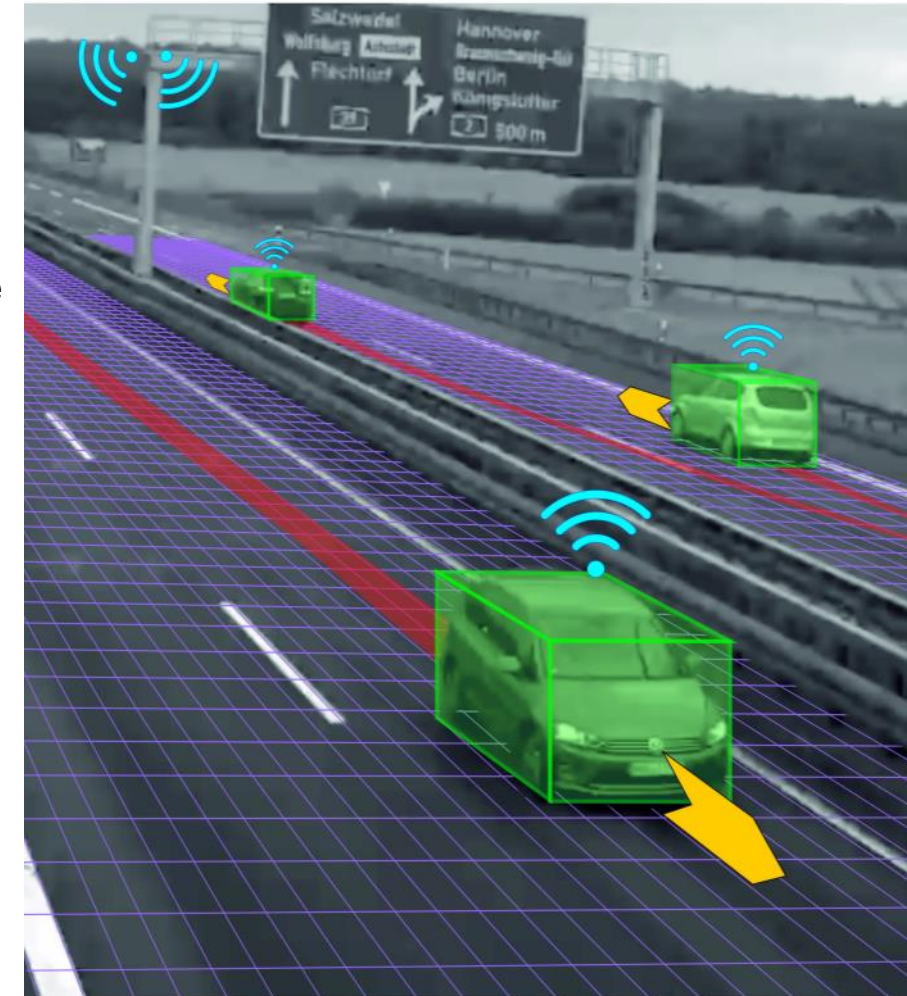
- **Signal- und Erfassungstechnik** – Wechselverkehrszeichen und vorhandene Erfassungstechnik
- **Informationssysteme des Verkehrsmanagements** – Sonderereignisse (z.B. Standstreifenfreigabe) und Verkehrslage



**Hintergrundsysteme** – Datenmanagement und Daten-/Dienstebereitstellung



**Kataster zum Testfeldzustand** – Zustand des Testfeldes (u.a. zu Fahrstreifenmarkierungen und Beschilderung)



# Testfeld Niedersachsen



Erfassungstechnik

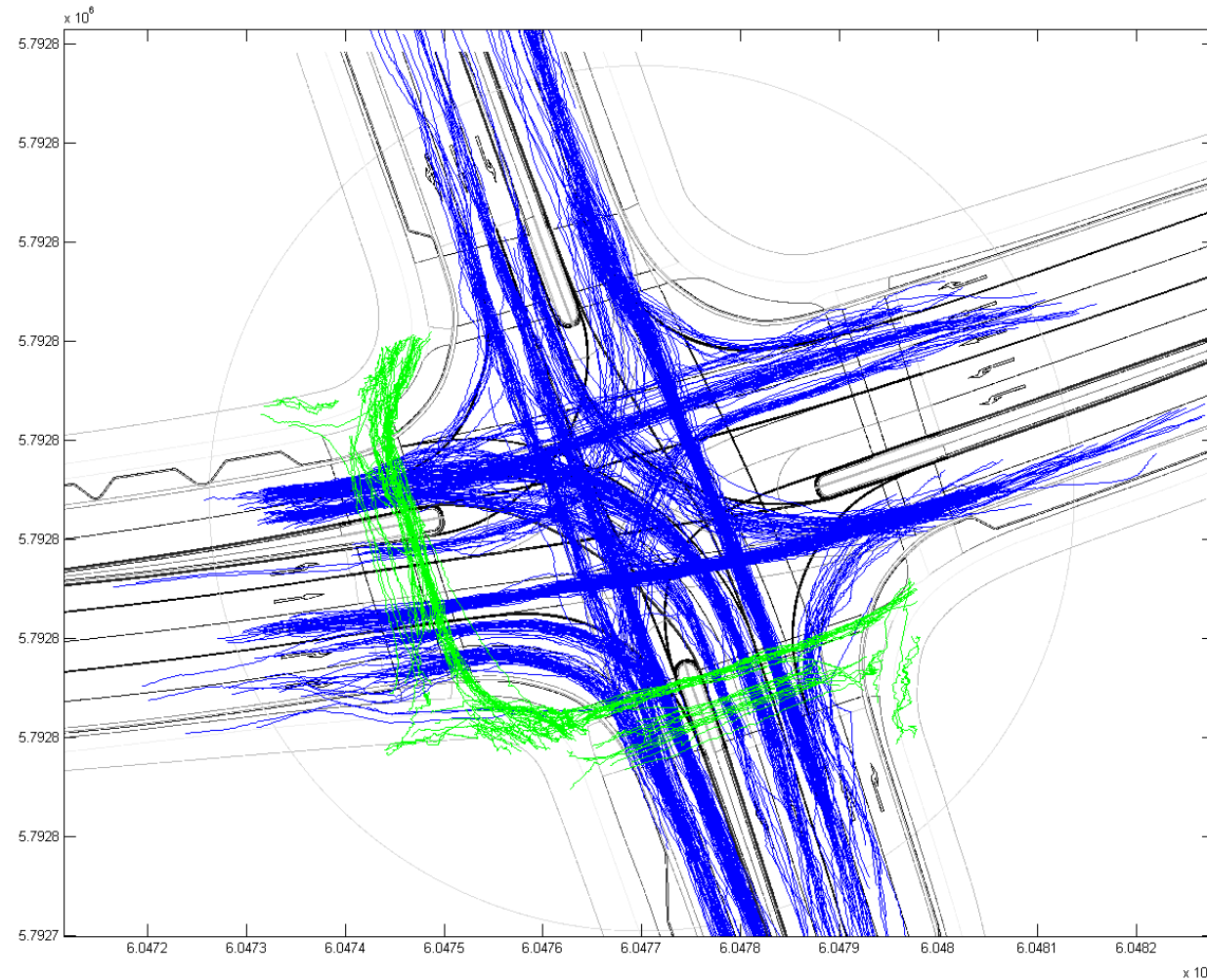


Wissen für Morgen



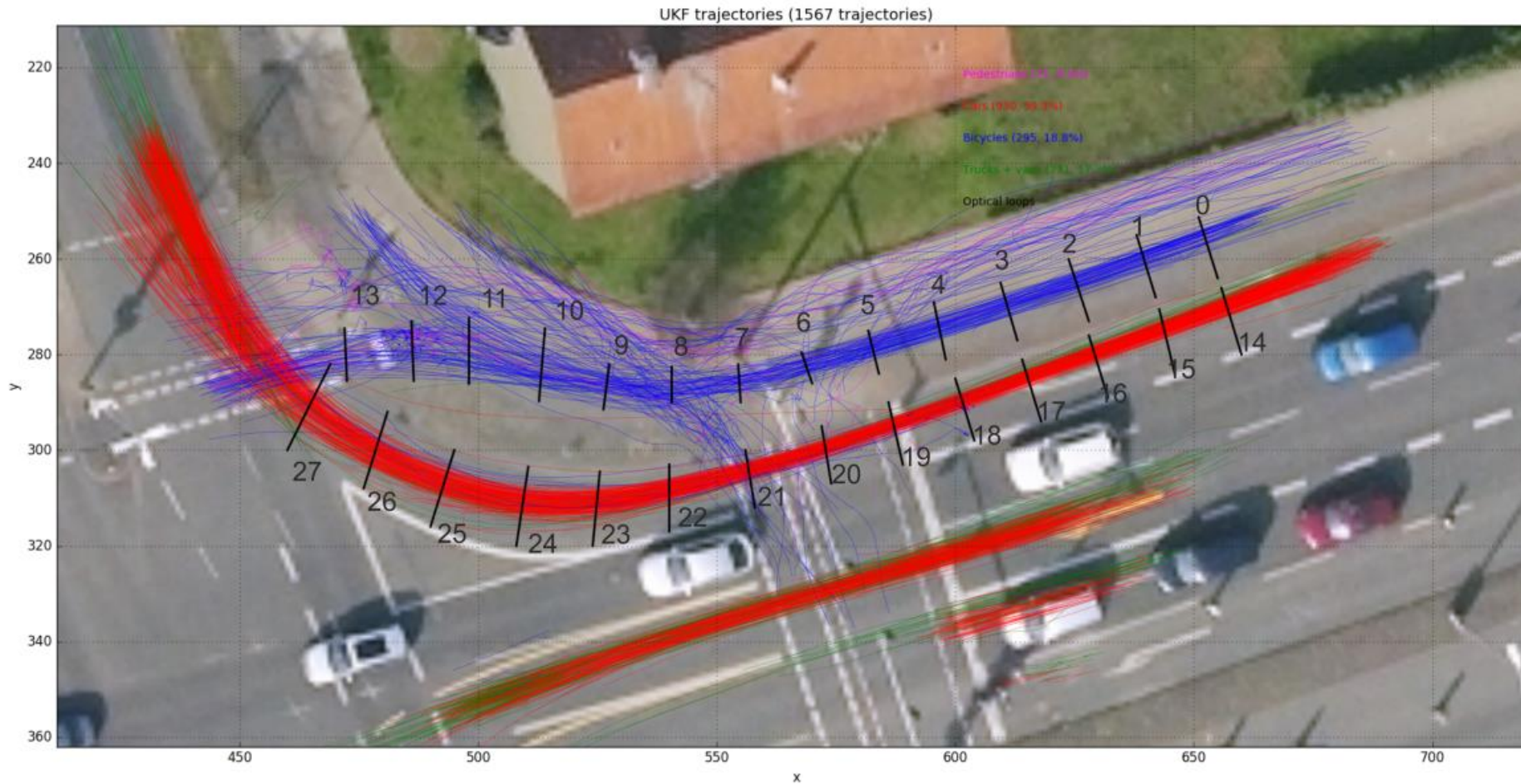


# AIM – Forschungskreuzung Fahrzeugtrajektorien



# AIM – Forschungskreuzung

## Trajektorien von Fußgänger und Fahrradfahrer





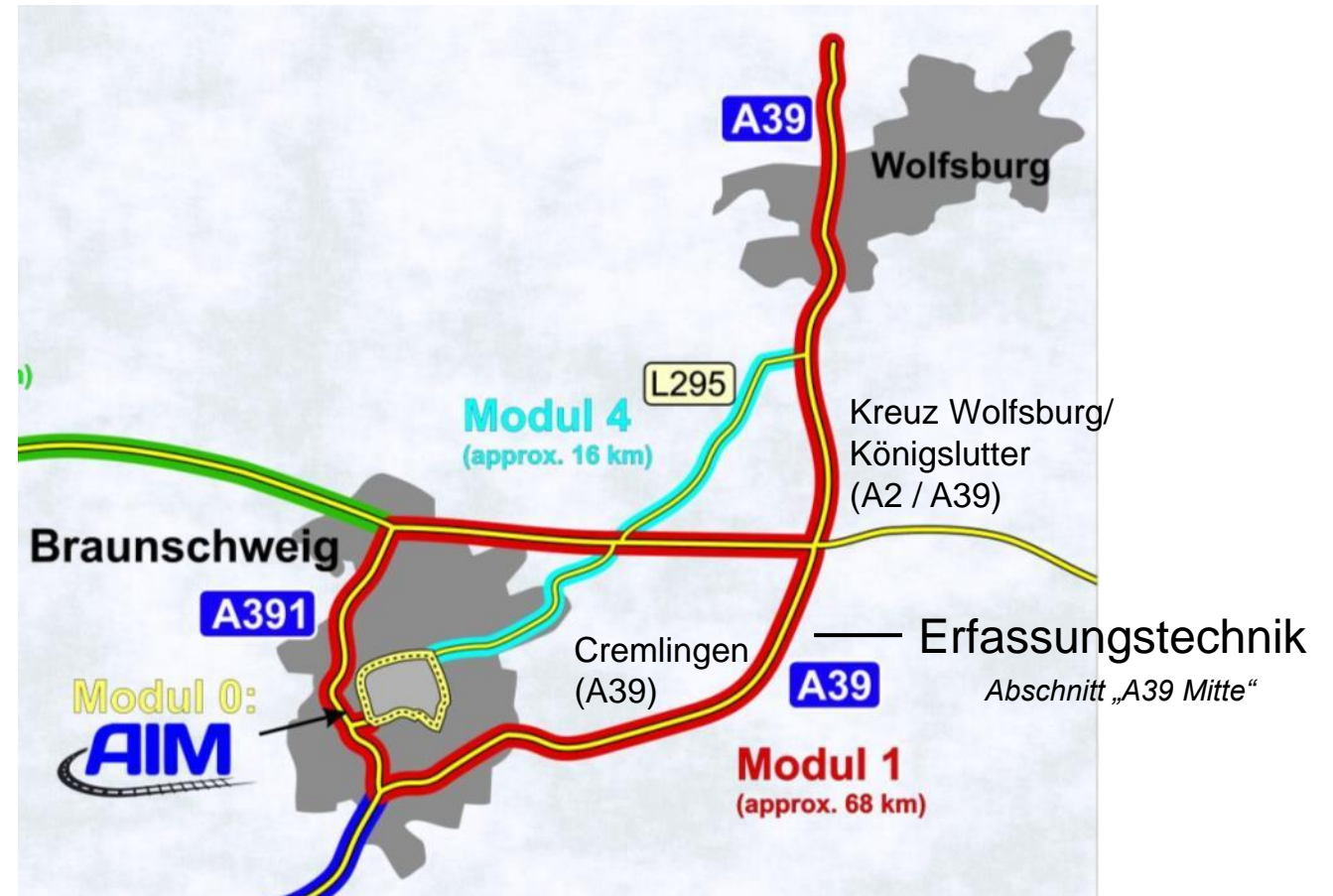
# AIM – Forschungskreuzung Shared Space



# Erfassungstechnik



- **Streckenabschnitt auf der A39** – Kreuz Wolfsburg/Königslutter bis Anschlussstelle Cremlingen
- Streckenlänge 7,4 km
- 7 Segmente mit jeweils ca. 1 km Länge
- Jedes Segment hat 10 Masten mit jeweils eigener Sensorik
- lokale Datenaggregation pro Segment
- Datenverarbeitung in Echtzeit
- Anbindung an Hintergrundsystem



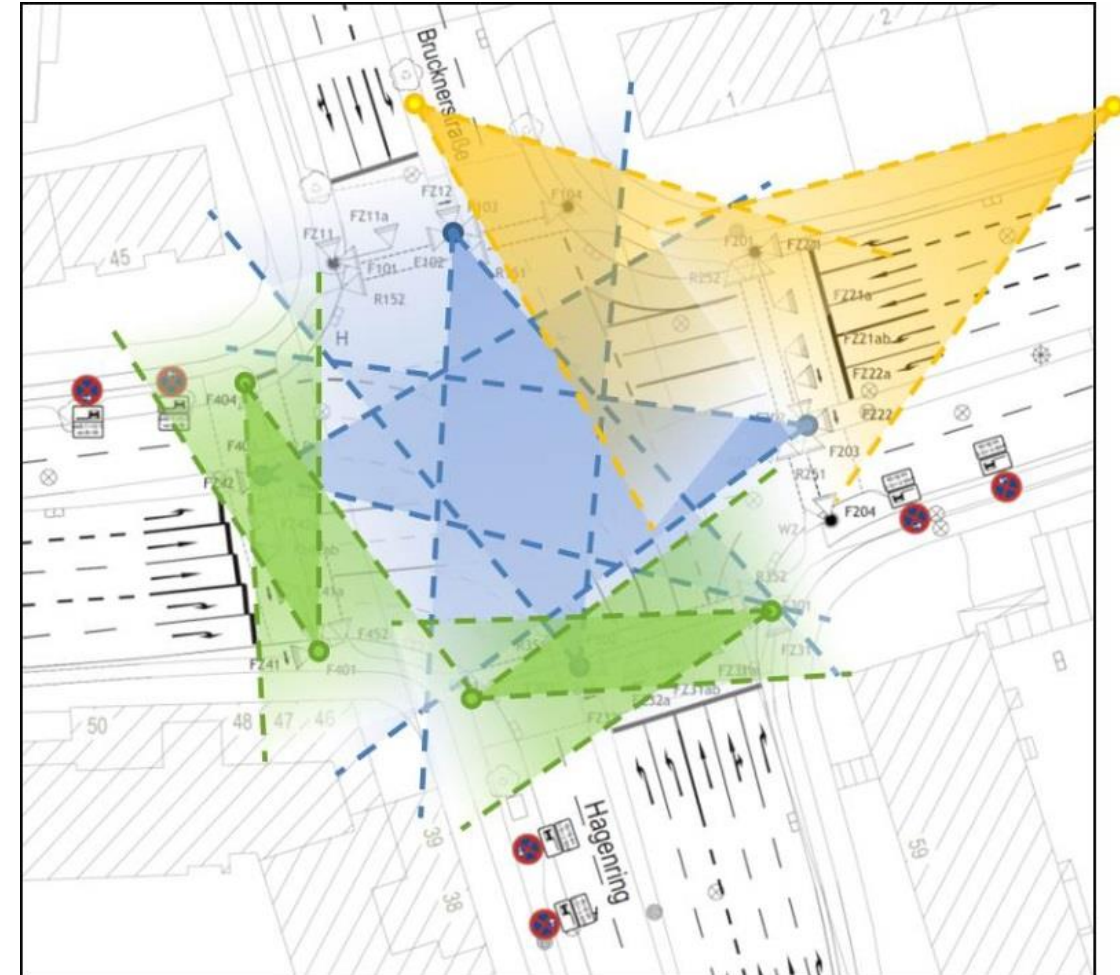
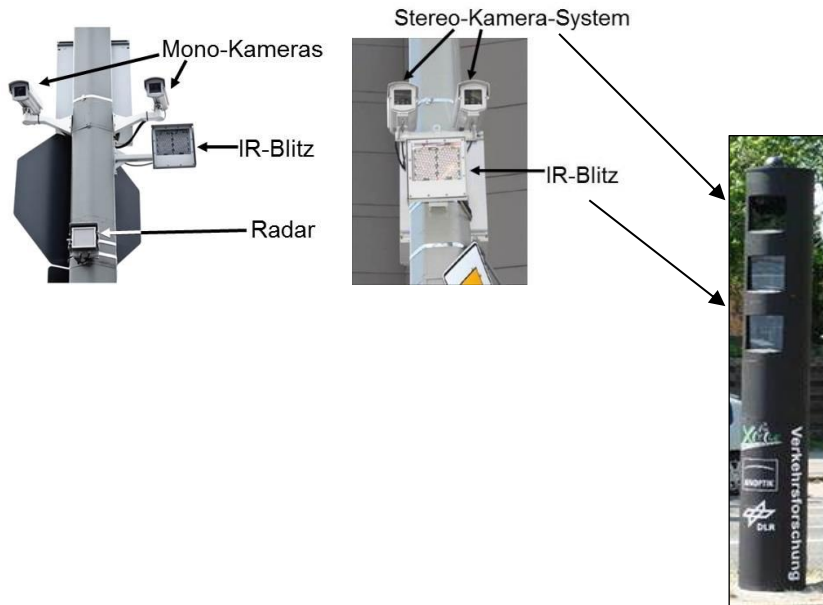


# Erfassungstechnik

## Erfahrungen aus AIM als Grundpfeiler



- Vergleichbare Aufgaben im Testfeld AIM
  - Anwendung verschiedener Ansätze auf Basis Radar, LIDAR, Mono- und Stereo-Kameras

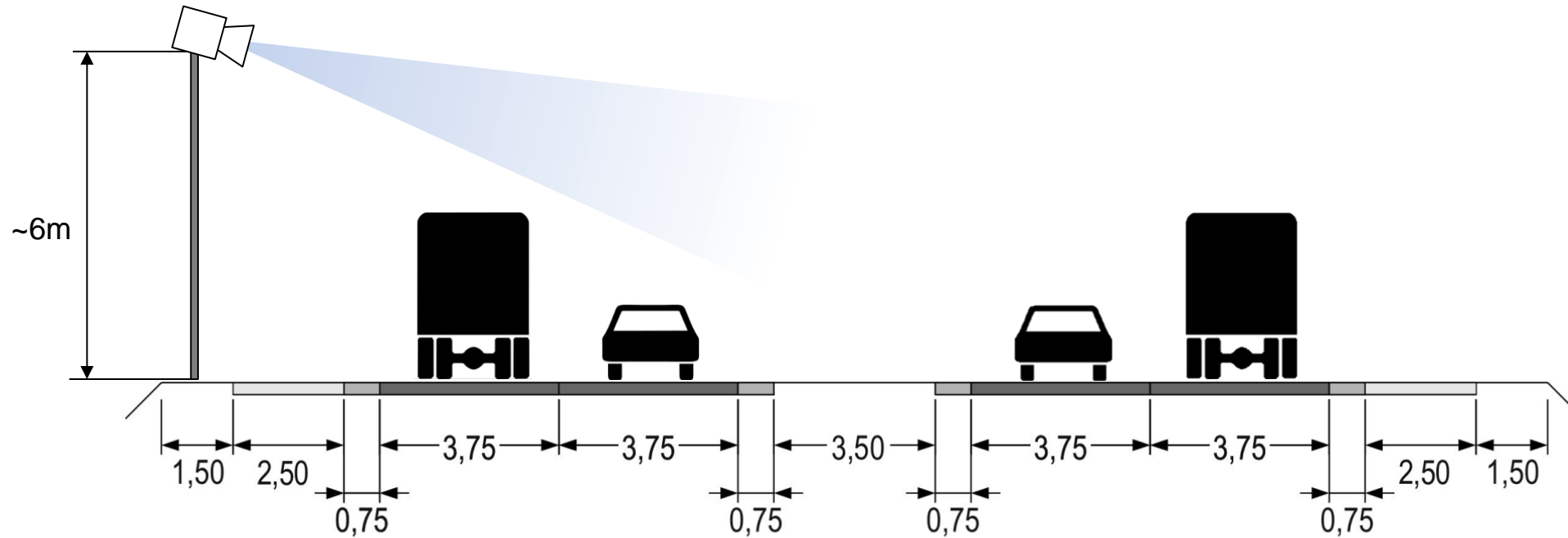


# Erfassungstechnik

## Aktuelles Anordnungs-Konzept auf A39



- Die Sensoren können über den andere Richtungsfahrbahn „hinweg schauen“
- Der Schwerlastverkehr ist üblicherweise im hinteren Teil der Szene





# Testfeld Niedersachsen



Kommunikationstechnik



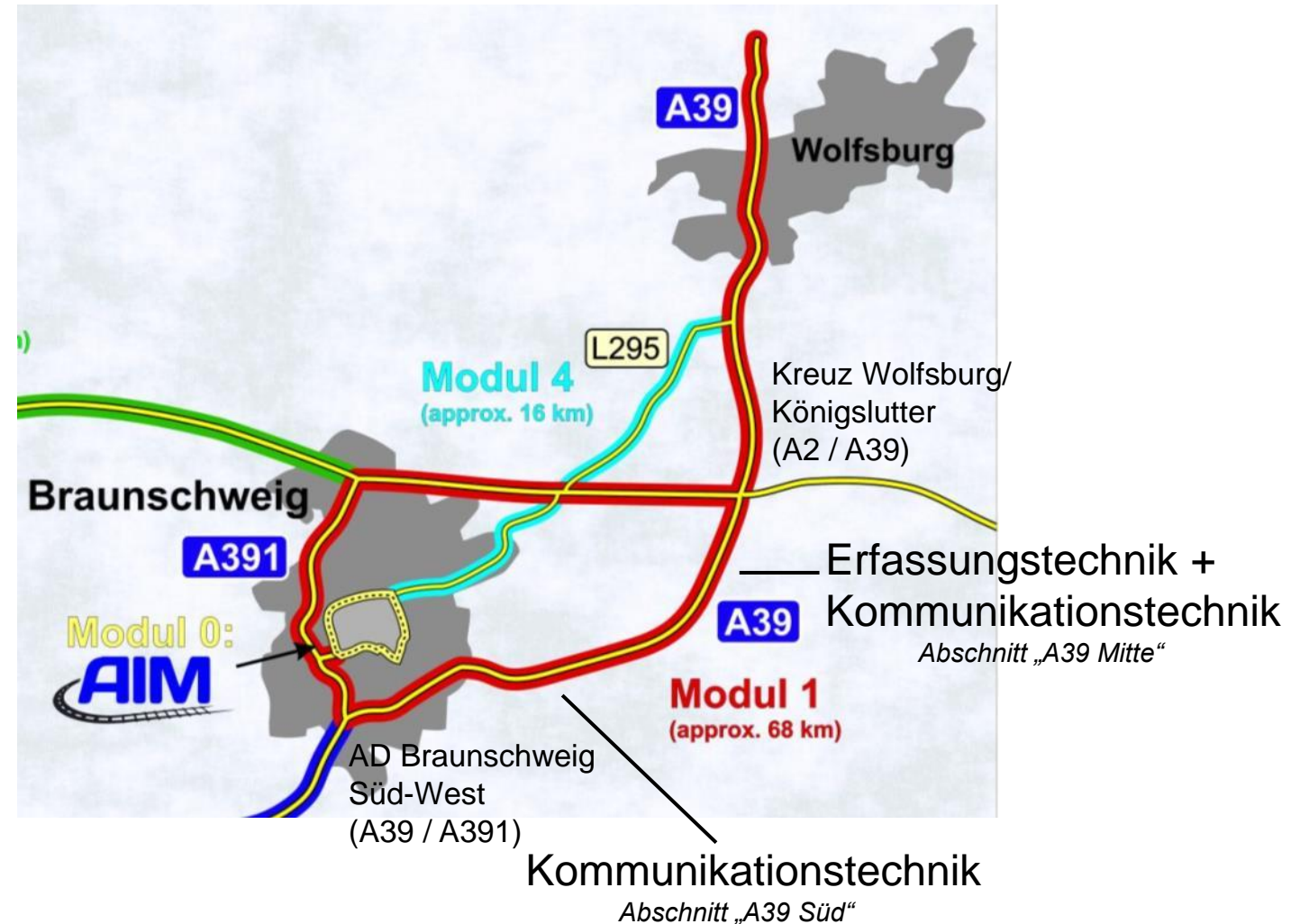
Wissen für Morgen



# Kommunikationstechnik



- **Streckenabschnitt auf der A39** – Kreuz Wolfsburg/Königslutter bis Autobahndreieck Braunschweig Süd-West
  - Streckenlänge ca. 18 km
  - 14 Kommunikationseinheiten (Car2X – ITS-G5) zusätzlich zu vorhandenem Mobilfunk
  - Annähernd volle Abdeckung
  - Anbindung an Hintergrundsystem





# Kommunikationstechnik

## Roadmap Car2Car Konsortium

### Day One Use Case

Emergency Vehicle Warning

Emergency Brake Light

Stationary Vehicle Warning

Traffic Jam Ahead Warning

Road Works Warning  
(stationary and moving)

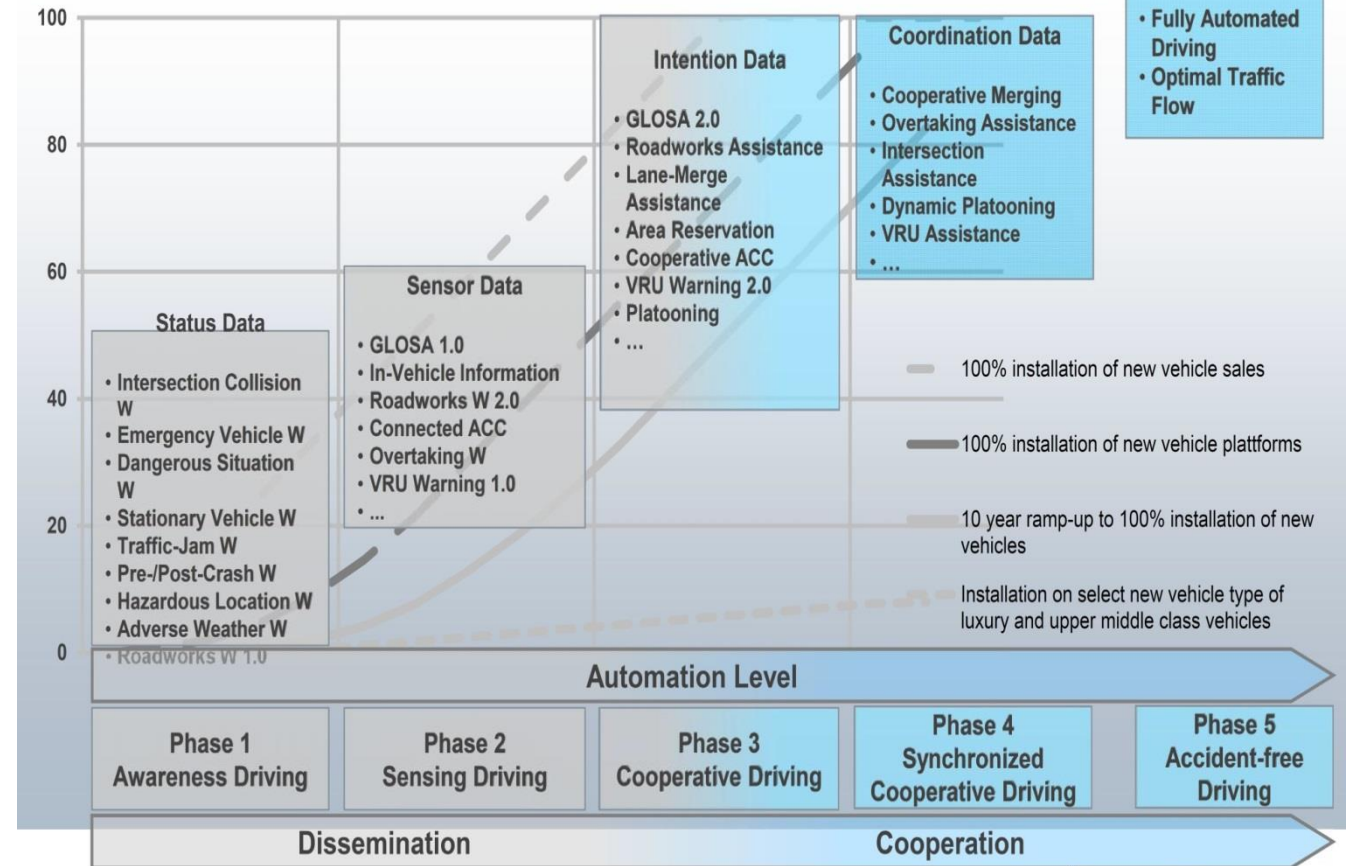
Hazardous Location Warning

Signal Violation Warning

In Vehicle Signage  
(speed management)

Contextual Speed Limit

2015



2030

# Testfeld Niedersachsen



Kartendaten



Wissen für Morgen





# Datenerfassung

- Terrestrisches Mobile Mapping
  - Heterogene Sensorplattform
    - GNSS
    - IMU
    - (Stereo)Kamerasystem
    - LiDAR
- Vielleicht bald automatisiert aus der Luft?  
→ mFUND-Projekt AeroMap



# Technische Details der Karte

## Spezialformat OpenDRIVE





# OpenDRIVE?

# Technische Details der Karte

## OpenDRIVE: offener Industriestandard

- XML-basierte Datenbank
- Hierarchische Struktur

```

<road length="1000.0" id="0">
  <link>
    <successor elementType="road"
      elementId="1" contactPoint="start"/>
  </link>
  <type s="0.0" type="motorway"/>
  <planView>
    <geometry x="0.0" y="0.0" hdg="0.0"
      length="1000.0">
      <arc curvature="0.004"/>
    </geometry>
  </planView>
  <elevationProfile>
  </elevationProfile>
  <lateralProfile/>
  <lanes>
    <laneSection>
      <left>
        <lane id="7" type="border">
        </lane>
        <lane id="6" type="shoulder">
        </lane>
        <lane id="5" type="stop">
        </lane>
        <lane id="4" type="driving">
          <link>
            <successor id="4"/>
          </link>
          <width a="3.75"/>
          <roadMark type="solid" weight="bold"
            color="white" width="0.3">
            <type>
              <line length="1.0" space="0.0"
                width="0.3"/>
            </type>
          </roadMark>
        </lane>
      </left>
    </laneSection>
  </lanes>
</road>

```

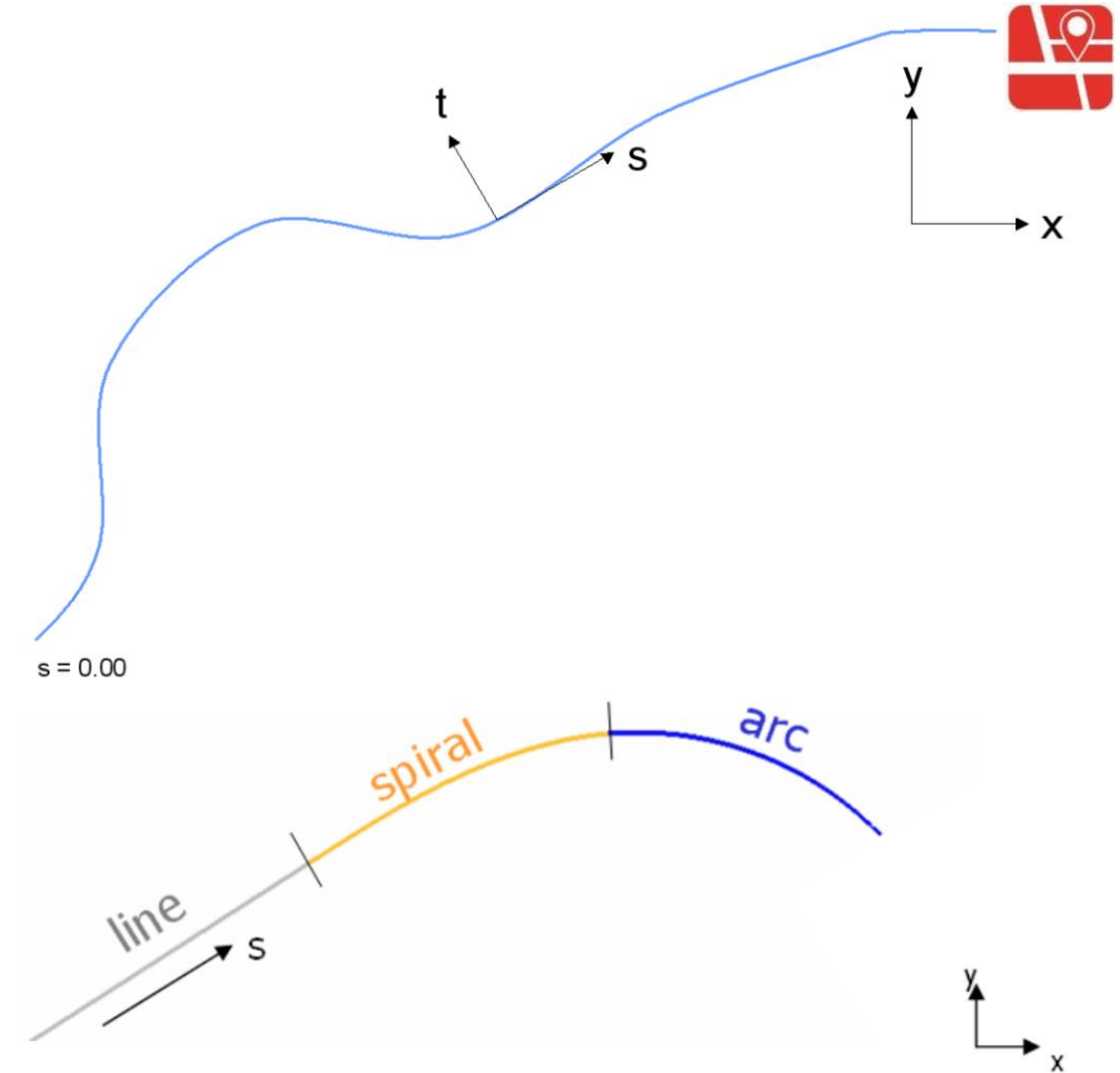




# Technische Details der Karte

## OpenDRIVE: offener Industriestandard

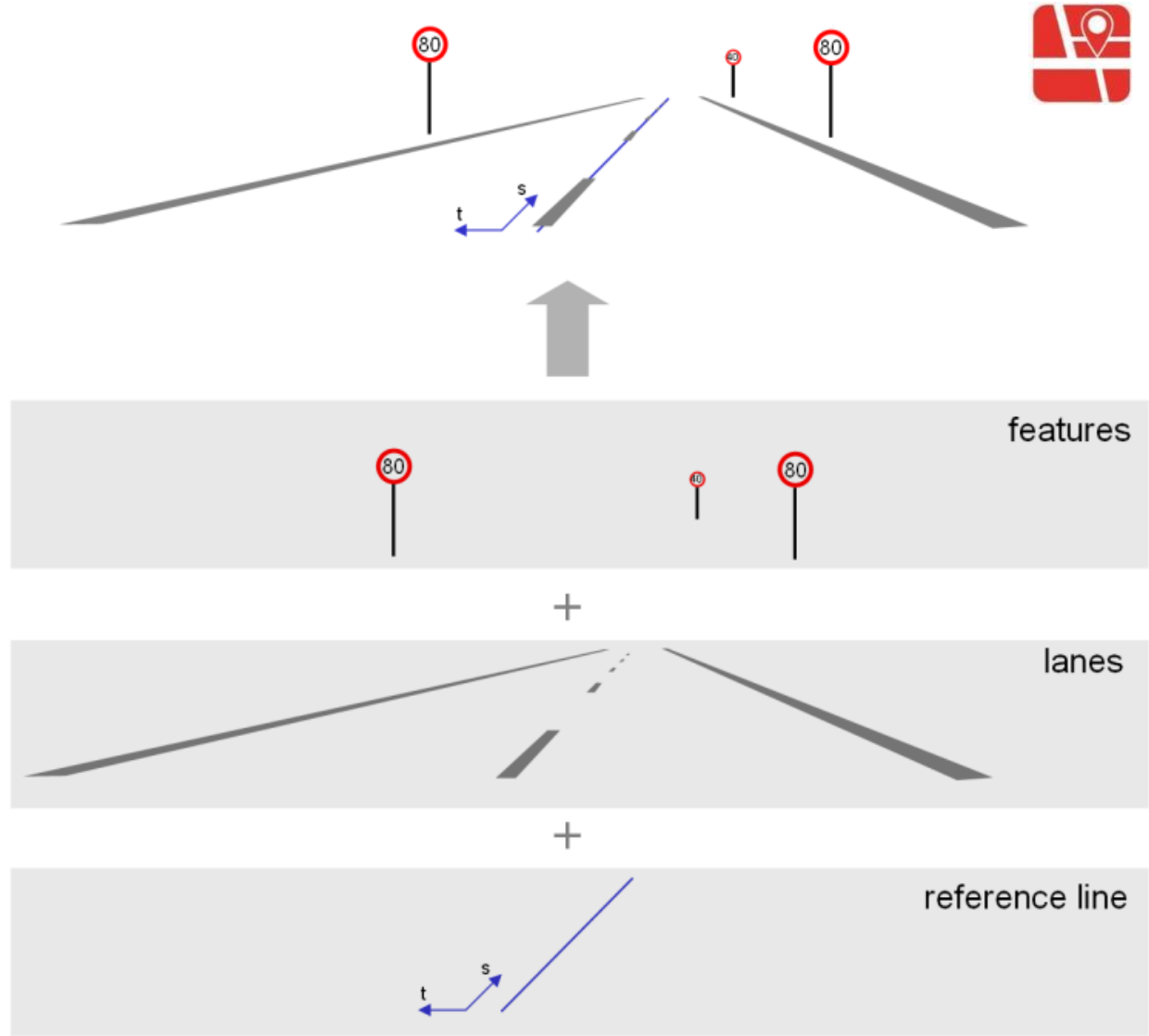
- XML-basierte Datenbank
- Hierarchische Struktur
- Straßentopografie (3D) und -topologie
  - Mathematisch, kontinuierlich beschrieben



# Technische Details der Karte

## OpenDRIVE: offener Industriestandard

- XML-basierte Datenbank
- Hierarchische Struktur
- Straßentopografie (3D) und -topologie
  - Mathematisch, kontinuierlich beschrieben
- Fahrstreifengenau
- Alle Elemente „auf Referenzlinie bezogen“



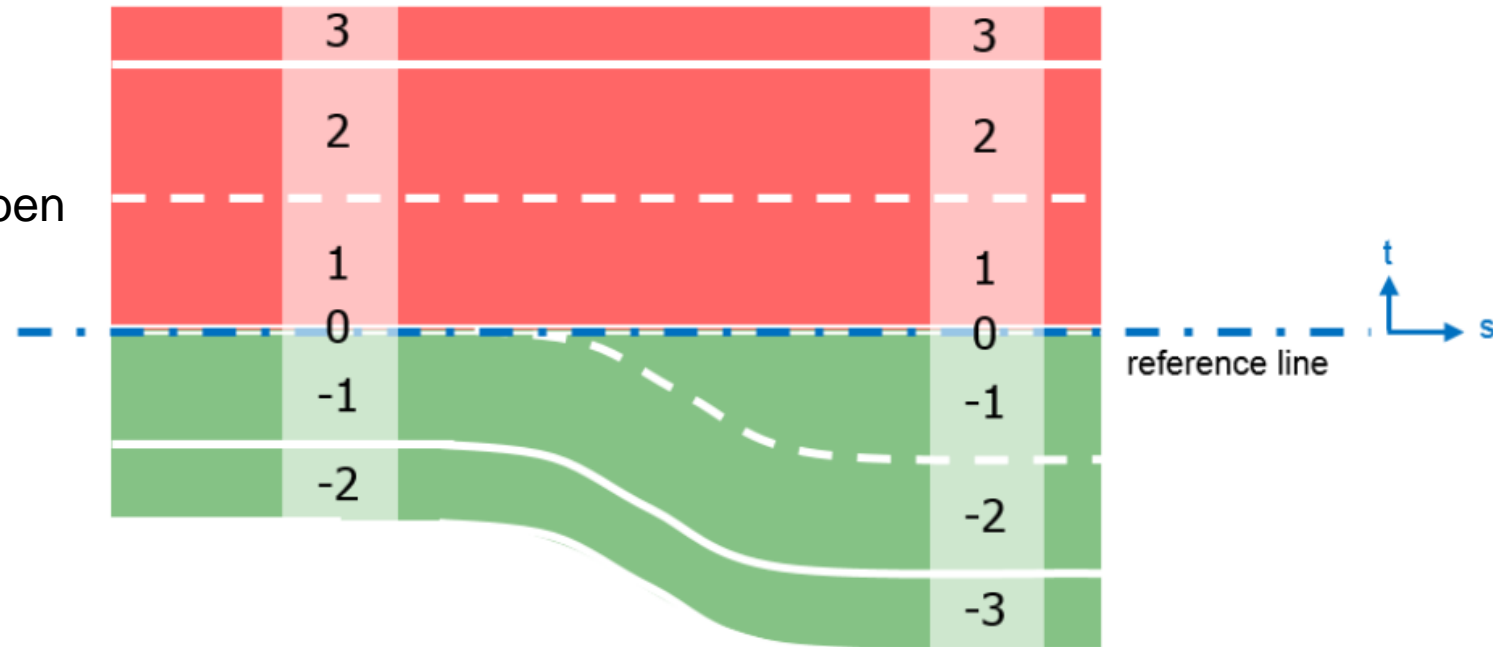


# Technische Details der Karte

## OpenDRIVE: offener Industriestandard



- XML-basierte Datenbank
- Hierarchische Struktur
- Straßentopografie (3D) und -topologie
  - Mathematisch, kontinuierlich beschrieben
- Fahrstreifengenau
- Alle Elemente „auf Referenzlinie bezogen“

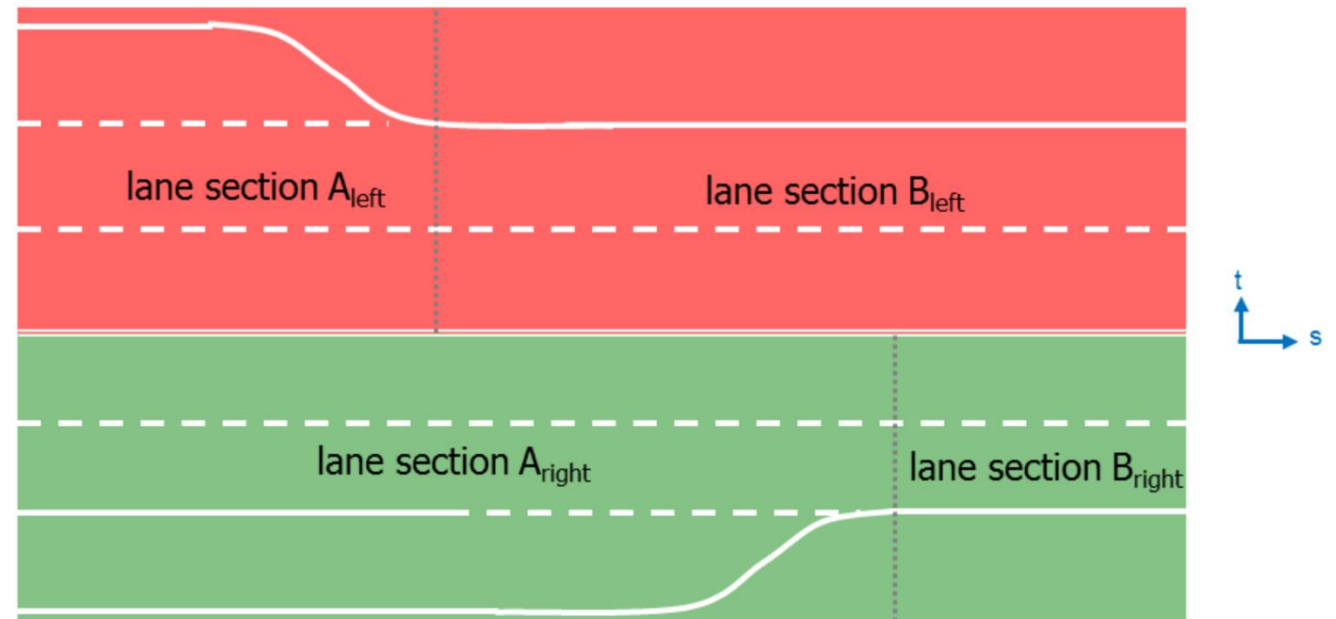


# Technische Details der Karte

## OpenDRIVE: offener Industriestandard



- XML-basierte Datenbank
- Hierarchische Struktur
- Straßentopografie (3D) und -topologie
  - Mathematisch, kontinuierlich beschrieben
- Fahrstreifengenau
- Alle Elemente „auf Referenzlinie bezogen“





# Technische Details der Karte

## spezielle Anforderungen



- Inhalt:
  - Fahrbahnachsen
  - Fahrstreifenränder (mit Klassifizierung)
  - Fahrstreifenmarkierungen (mit Zustands-/Qualitätsinformation)
  - Fahrstreifenbeschriftungen (mit Klassifizierung, bspw. Richtungspfeile)
  - lineare Infrastruktur (Ort, Ausrichtung und Klassifizierung bspw. Leitplanken, Lärmschutzwände, Brückengeländer)
  - punktuelle Infrastruktur (Ort, Ausrichtung und Klassifizierung bspw. Leitpfosten, Pfosten, Schilder, Schilder- und Mautbrücken)
- Koordinatenfehler:
  - Relativ 5 cm
  - Absolut 20 cm

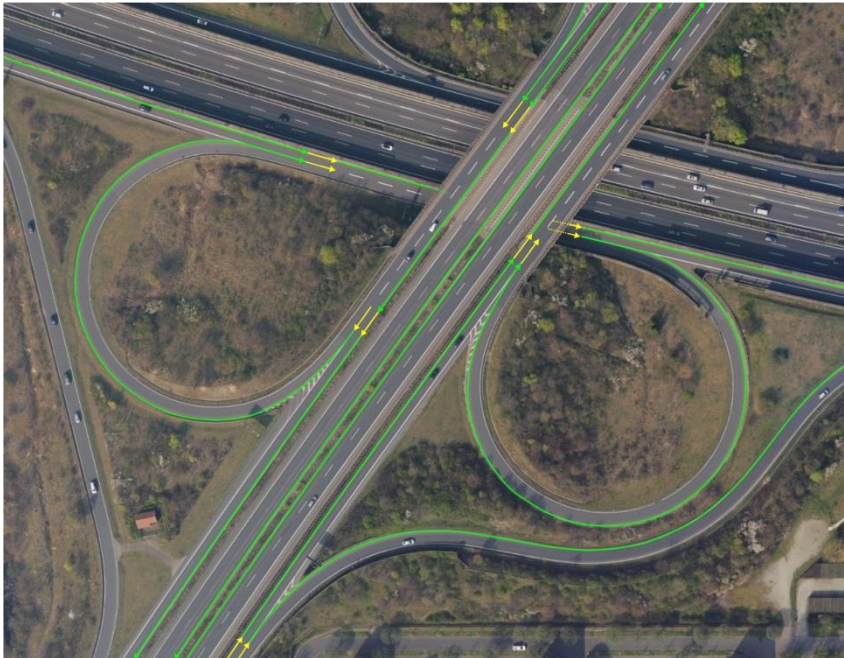


# Technische Details der Karte

## Leitfaden zur Modellierung von Straßen



- Modellierung einzelner Bestandteile:



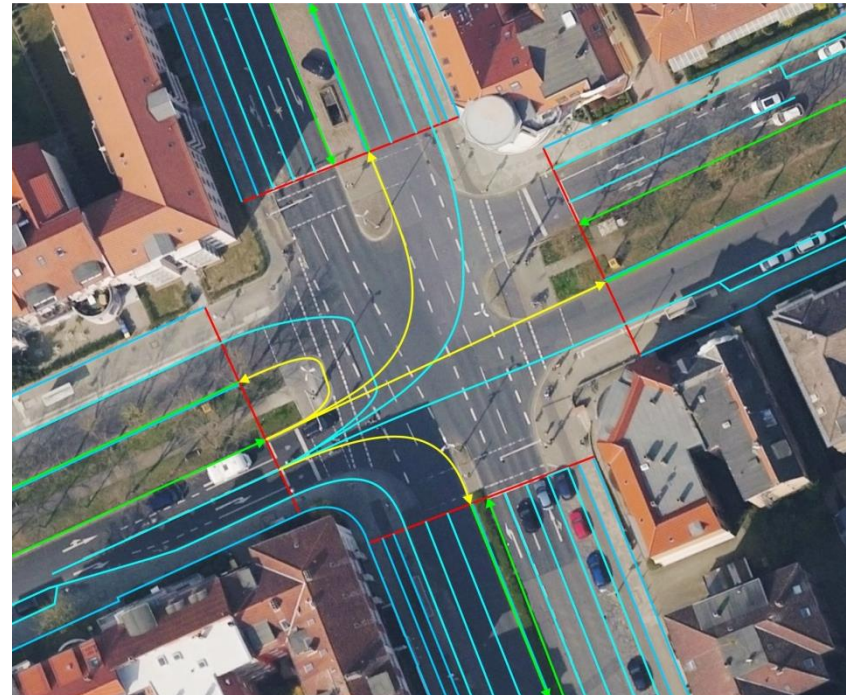
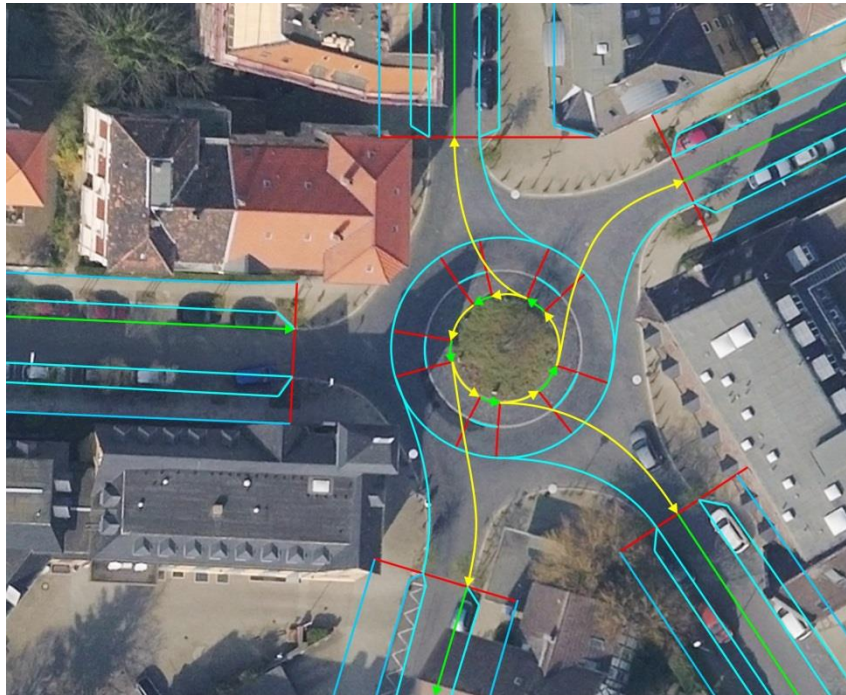


# Technische Details der Karte

## Leitfaden zur Modellierung von Kreuzungen



- Modellierung einzelner Bestandteile:
  - Nord,



# Technische Details der Karte

## Leitfaden zur Modellierung punktueller Objekte



- Einzelobjekte:
  - Lichtsignalanlagen
  - Straßenschilder
  - Infrastruktur
  - Stadtmöblierung
  - ...





# Technische Details der Karte

## technische Umsetzung

- Erhebung der Karte nach dem Road2Simulation-Leitfaden
- Download unter <http://www.dlr.de/ts/road2simulation>



# Technische Details der Karte

## Testfeldabschnitte

- Abschnitt 1a (gelb):
  - A39
- Abschnitt 1b (orange):
  - A391 mit Dreieck Braunschweig Südwest
- Abschnitt 1c\* (rot):
  - A2 mit Kreuz Braunschweig-Nord und Kreuz Wolfsburg/Königsglutter
- Abschnitt 4 (grün):
  - L295 mit Braunschweig-Ost

\*Fahrbahnerneuerung geplant






# Bereitstellung der Geodaten

## Standardisierte OGC-Formate und -Dienste



username  password  Remember me ☐ 

**Server**  
[Über GeoServer](#)

















**Daten**  
 Layer-Vorschau

**Demos**

### Layer-Vorschau

Liste aller konfigurierten Layer im GeoServer mit Vorschaumöglichkeit für verschiedene Formate

<< < 1 2 > >> Ergebnisse 1 bis 25 (von 45 Objekten)

Typ	Titel	Name	Geläufige Formate	Alle Formate
	OpenDRIVE Road Geometries	dev:v_road_geometries	OpenLayers KML GML	Bitte wählen 
	Geo-Bugs	dev:Geobug	OpenLayers KML GML	Bitte wählen 
	AIRBORNE_DETECTED_FOD_RAW	tdp.wittenberg:AIRBORNE_DETECTED_FOD_RAW	OpenLayers KML GML	Bitte wählen 
	AIRBORNE_SYSTEM_POS_LATEST	tdp.wittenberg:AIRBORNE_SYSTEM_POS_LATEST	OpenLayers KML GML	Bitte wählen 
	AIRBORNE_DETECTED_FOD_RAW	tdp.munich:AIRBORNE_DETECTED_FOD_RAW	OpenLayers KML GML	Bitte wählen 
	AIRBORNE_SYSTEM_POS_LATEST	tdp.munich:AIRBORNE_SYSTEM_POS_LATEST	OpenLayers KML GML	Bitte wählen 
	Digitales Oberflächenmodell 2015	bs.amt:DSM_2015	OpenLayers KML	Bitte wählen 
	Digitales Geländemodell 2015	bs.amt:DTM_2015	OpenLayers KML	Bitte wählen 





# Testfeld Niedersachsen



Weitere Bausteine

# Konzeptvorstellung Mobile Aufbauten



- Ziel: Aufbau 2 weiterer mobiler Erfassungsmasten
- Sensorik analog zu stationären Masten im Testfeld





# Testfeld Niedersachsen – Szenarien und Modelle



- **Streckenführung und Umfeldmodell des Testfeldes** werden zur Verfügung gestellt für
  - Fahrsimulationen
  - Verkehrssimulationen
  - simulationsbasierte Prüfstände etc.





# Testfeld Niedersachsen – Schnittstellen



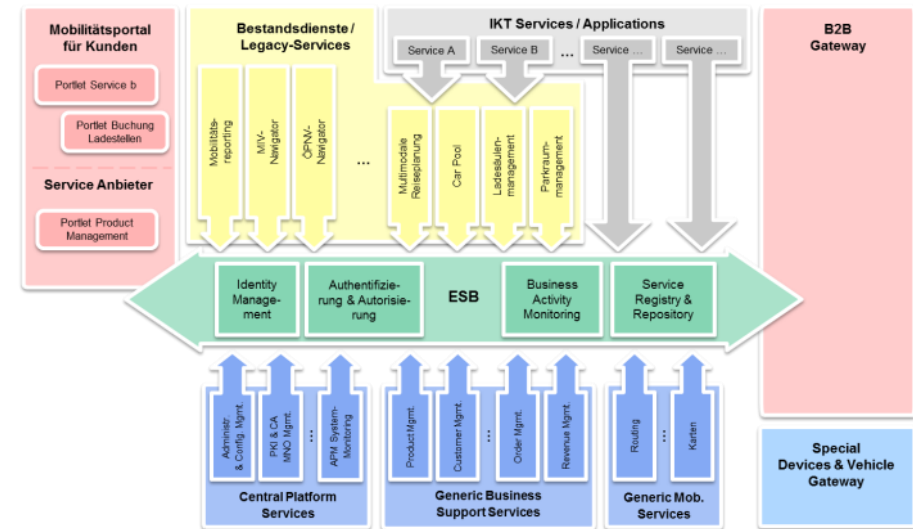
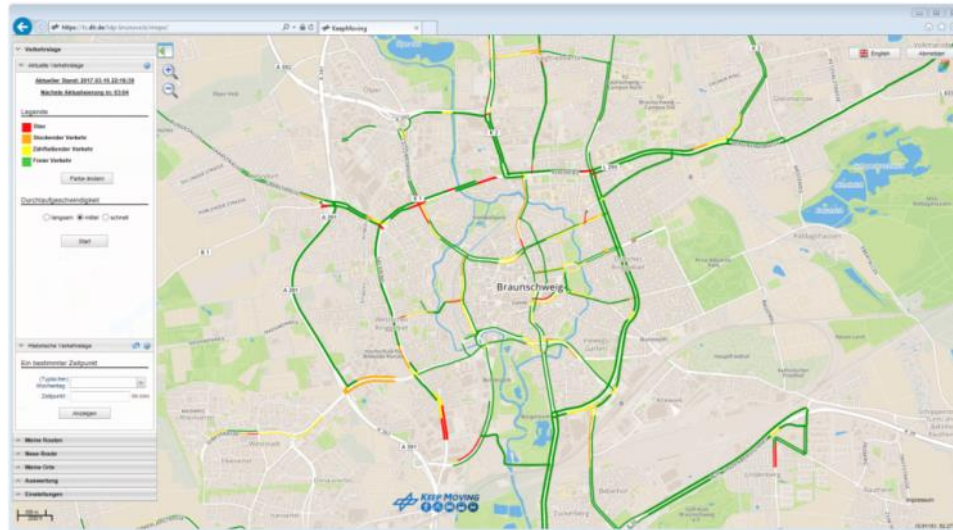
- **Schnittstellen zur Signal- und Erfassungstechnik**
  - Status von Wechselverkehrszeichen und Daten aus vorhandener Erfassungstechnik
- **Schnittstellen zu Informationssystemen**
  - Schnittstellen zum Zugriff auf Sonderereignisse (z.B. Standstreifenfreigabe, Baustellen) und Informationen zur vorliegenden Verkehrslage etc.



# Testfeld Niedersachsen – Hintergrundsysteme und Kataster



- **Hintergrundsystem** für Speicherung und Management von Testfelddaten sowie die Daten- und Informationsbereitstellung



- **Kataster relevanter Verkehrsinfrastruktur** dokumentiert Schäden wie bspw. fehlende Fahrstreifenmarkierungen



# Testfeld Niedersachsen



Kartendaten im Detail: Die HD-Map

*Live-Demo*



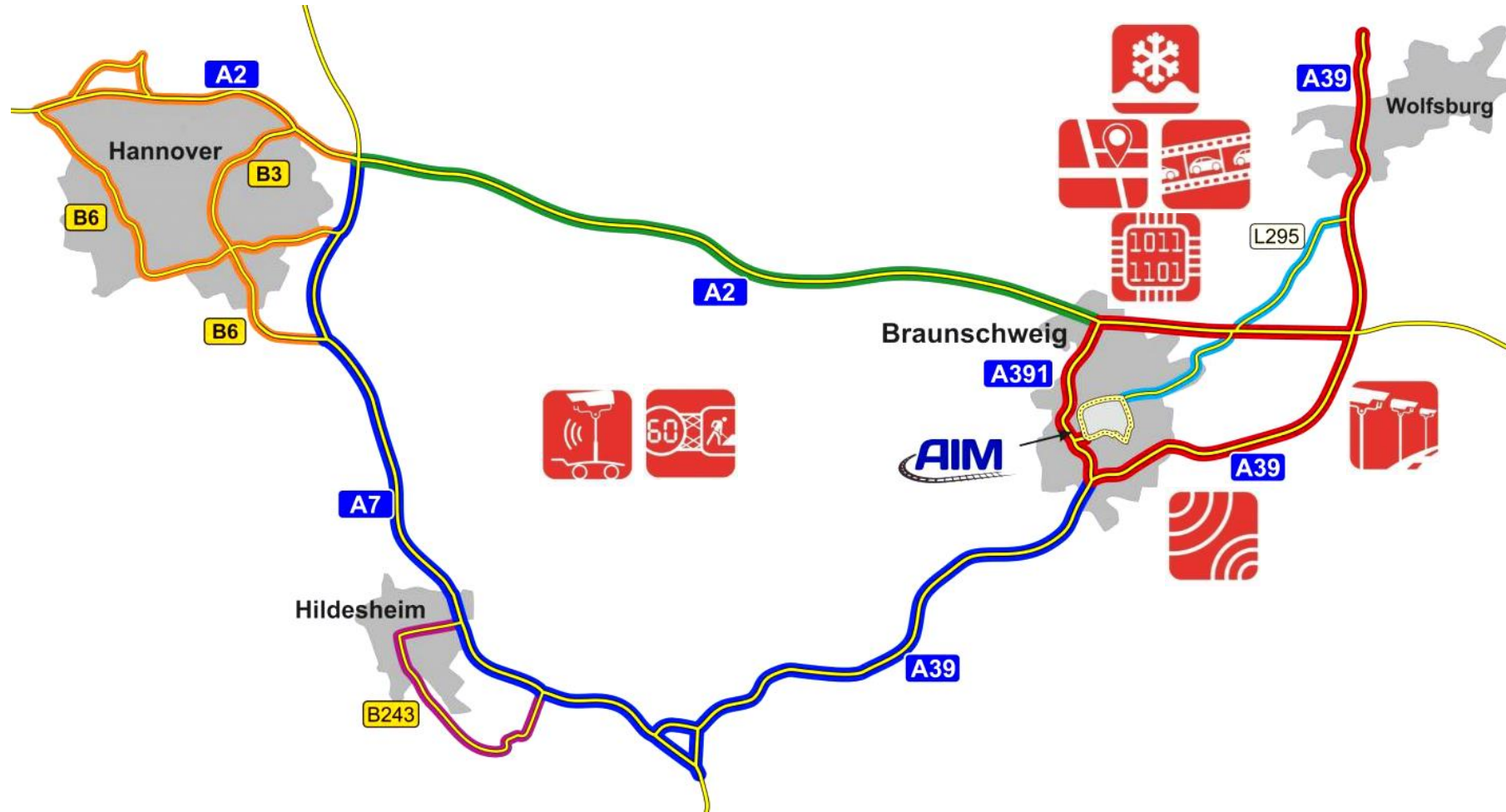
Wissen für Morgen





# Testfeld Niedersachsen

## Zusammenfassung und Ausblick



## STADTBELEUCHTUNG 902945

Source: BS | Energy

x: 605 168.6  
y: 577 306.24  
r: 15  
(UTM)

<https://youtu.be/diEnlUT6HmA>

Dipl.-Geoinf. **Michael Scholz** Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.

Datenmanagement und  
Geodatenverarbeitung Institut für  
Verkehrssystemtechnik

Lilienthalplatz 7  
38108 Braunschweig



Telefon +49 531 295-3158  
E-Mail michael.scholz@dlr.de  
Internet www.DLR.de/ts

## LICHTSIGNALANLAGE 25139

Source: BELLIS

x: 605 162.71  
y: 577 297.43  
r: 15  
(UTM)

## VORFAHRT 51236

Source: BELLIS

x: 605 156.88  
y: 577 298.07  
r: 30  
(UTM)

## Fahrbahnmarkierung 85736A

Source: Mobile  
Mapping

x: 605 160.78  
y: 577 285.07  
r: 15  
(UTM)

## GEBÄUDE 7267839

Source: Geoinformation  
Braunschweig

x: 605 153.39  
y: 577 302.98  
r: 0  
(UTM)

## GELÄNDEMDELL

Source: Geoinformation Braunschweig